Tema1: Caracterización de Redes

1. La Comunicación

1.1. Conceptos

Los **ordenadores** son máquinas especializadas en **procesar información** de acuerdo con las instrucciones recogidas en un **programa**. Sin embargo, no siempre la información se produce o se almacena en donde se procesa, lo que añade la necesidad de **transportar** los datos desde su lugar de residencia hasta el de proceso, dando origen a una **comunicación**.

Podemos definir la **telecomunicación**, **teleinformática** o **telemática** como la **técnica** que trata de la **comunicación remota entre equipos informáticos**. Para ello, debe ocuparse tanto de la **conexión física** (conector, tipo de señal, parámetros eléctricos, etcétera.) Como de las **especificaciones lógicas** (protocolos de comunicación, detección y corrección de errores, compatibilización de distintas redes, etcétera).

La base de cualquier comunicación es una **transmisión de señal**. No debemos, por tanto, confundir la comunicación con la transmisión sobre la que se basa, cosa que debido al lenguaje coloquial, es habitual confundir, sin embargo entre transmisión y comunicación hay **diferencias** profundas.

Concepto de transmisión

La **transmisión** es el proceso por el que **se transportan señales de un lugar a otro**. Las **señales** son entidades de naturaleza diversa que se manifiestan como **magnitudes físicas**, principalmente **electromagnéticas** y **mecánicas** (luminosas, eléctricas, magnéticas, acústicas, etcétera)

Ejemplo: en la **comunicación telefónica de voz** intervienen distintos tipos de señales, la voz es una **señal acústica** que debe ser convertida a impulsos eléctricos mediante un micrófono. Esta **señal eléctrica** es transportada (transmitida) a través de unas líneas de transmisión que proporcionan las compañías telefónicas. Una vez que la señal eléctrica a alcanzado su destino, se convierte de nuevo en una **señal acústica** semejante a la original por medio del auricular del teléfono receptor.

Concepto de comunicación

La **comunicación** es el proceso por el que **se transporta información**, la cual viaja a través de **señales**, que se trasmiten adecuadamente.

En todo proceso de comunicación hay necesariamente transmisión de señales; sin embargo, no siempre que hay transmisión de señales existe comunicación.

La **transmisión** se refiere al *transporte de las señales físicas*, mientras que la **comunicación** se refiere más al *transporte de la información*, de los datos que **significan algo** concreto tanto para el emisor como para el receptor, independientemente de las señales utilizadas para su transmisión.

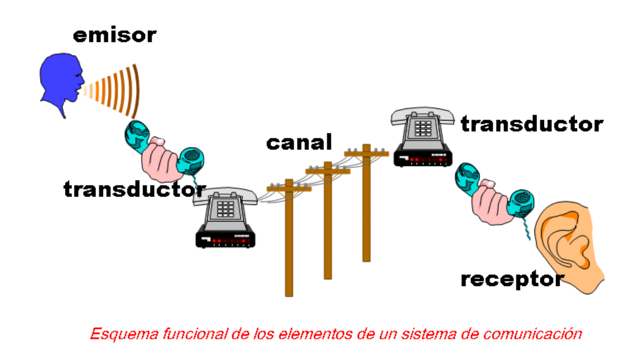
Ejemplo: el anterior, sobre comunicación telefónica de voz, la comunicación se produce por qué emisor y receptor se han puesto de acuerdo en una serie de normas por las que se

entienden (se comunican), utilizando la transmisión de las señales acústicas eléctricas como medio para producir el intercambio de información. Si se diera el caso, por ejemplo, de que los interlocutores no comparten el mismo idioma, seguiría habiendo transmisión de señal, pero no habría comunicación de información, puesto que al no entenderse no se recibe información.

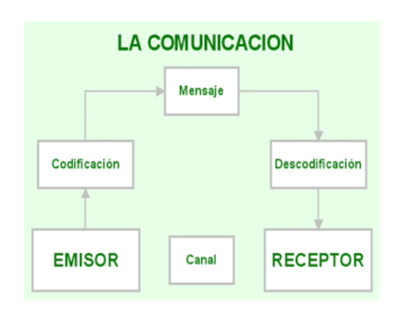
1.2. Elementos de un sistema de comunicación

En todo proceso de comunicación se pueden distinguir una serie de elementos básicos.

En la siguiente figura se aprecian al **emisor** y al **receptor** como **elementos terminales**. Los **transductores** convierten las señales acústicas en señales eléctricas susceptibles de ser enviadas a través de un módem por líneas telefónicas, que constituyen el **canal de transmisión**.



Esquema funcional de los elementos de un sistema de comunicación



El emisor y el receptor

Emisor es el elemento **terminal** de la comunicación que se encarga de **proporcionar la información**. Se contrapone al **receptor**, que es el elemento **terminal** de la comunicación que **recibe la información** procedente del emisor. En ocasiones no es fácil distinguir claramente entre emisor y receptor porque frecuentemente ambos terminales intercambian sus papeles alternativamente.

Cada emisor es inseparable de su receptor. Sin embargo, pueden darse distintos **casos**:

- **Un emisor y un receptor**, es el más habitual, ejemplo: comunicación telefónica.
- **Un emisor y múltiples receptores**, ejemplo: los sistemas de televisión, consisten en una estación emisora desde la que se distribuye la señal electromagnética a múltiples receptores.
- **Un receptor y múltiples emisores**, ejemplo: una agencia de noticias hay un solo receptor de noticias (la propia agencia) y múltiples emisores de la misma (periodistas) distribuidos por todo el mundo, o una central meteorológica recibe datos de muchas estaciones repartidas por toda la geografía.
- **Múltiples emisores a múltiples receptores**, ejemplo: los chats, conferencias en grupo, juegos en red…

Aunque el término correcto es **ETD** (**Equipo Terminal de Datos**) en informática es más frecuente hablar simplemente de **terminal**, entendido como un **dispositivo** que funciona como **emisor o receptor** de una comunicación.

Los transductores

Un **transductor** es un dispositivo encargado de **transformar la naturaleza de la señal**.

La señal física que más se ha utilizado en telemática es la **eléctrica**. Ello es debido a su facilidad de transporte y transformación, así como a su rapidez de transporte.

Ejemplos de transductores:

- Una bombilla: convierte señal eléctrica en luminosa. Cuando deja pasar la corriente eléctrica emite radiación luminosa.
- Un micrófono y un altavoz: conversión entre señal acústica y eléctrica.

El canal

Es el **medio** que se encarga del **transporte** de la señal, sobre la que viaja la información que pretenden intercambiar emisor y receptor.

Cada canal de transmisión es adecuado para algunas señales concretas y no todos sirven para cualquier tipo de señal. Ejemplo: la señal eléctrica se propaga bien por canales conductores, pero no ocurre lo mismo con la señal luminosa.

Un canal viene definido por sus **propiedades físicas**: naturaleza de la señal que es capaz de transmitir, velocidad de trasmisión, capacidad de trasmisión (ancho de banda), nivel de ruido que generan, longitud, modo de inserción de emisores y receptores, etcétera.

El ejemplo más común de canal **acústico** es la atmósfera. Para señales **electromagnéticas** se pueden utilizar multitud de canales, dependiendo de la frecuencia de la señal: cable (señal eléctrica), el vacío (ondas por satélite), la propia atmósfera (ondas de radio), etcétera. Un caso particular es la *fibra óptica*, especializada en transmisiones luminosas, extraordinariamente rápidas e insensibles al ruido.

El mensaje

Es la **información a comunicar**, puede estar formado por texto, números, imágenes, archivos de sonido, videos…

El protocolo

Es el conjunto de **reglas normalizadas** que controlan la representación, señalización, autenticación y transmisión de los datos a través de un canal.

El **objetivo** de un protocolo es garantizar un **intercambio de datos fiable** a través de un canal de comunicación **imperfecto** (deterioro de la señal, aparición de ruido externo…)

Otros elementos físicos

Algunos dispositivos que pueden intervenir en una comunicación, y que dependen del tipo de comunicación que se trate, son:

- **Amplificadores:** se encargan de **restaurar una señal analógica** devolviéndole su **amplitud original**, resolviendo la **atenuación** producida por las pérdidas debidas a la longitud de la línea.

- **Repetidores:** tienen como misión **regenerar las señales digitales**. No se trata de una amplificación, sino de la **reconstrucción** completa de una nueva señal digital deteriorada, dispuesta a volver a ser emitida.

- **Conmutadores:** son los dispositivos encargados de establecer un **canal de comunicación apropiado,** entre un emisor y un receptor. Las centrales telefónicas son un ejemplo de conmutador, que eligen las rutas adecuadas para conectar un emisor y un receptor.

- **Routers**: son dispositivos encargados de **dirigir las señales por el camino más adecuado** entre varios posibles, atendiendo a criterios como menor distancia, menor congestión…

1.3. Modos de transmisión

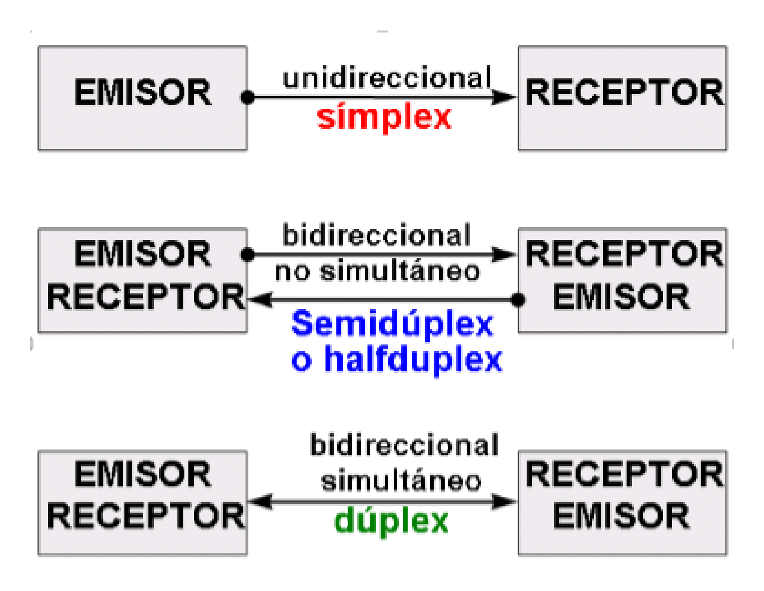
Se refiere a la **dirección del flujo de datos**. Existen tres **tipos**:

- **Comunicación símplex:** La transmisión de datos es en un **único sentido**, desde un emisor a un receptor, ejemplo: la estación emisora que transmite las señales a los receptores de televisión. Otro ejemplo: la conexión entre la CPU y el monitor.

  Un ejemplo típico es el caso de la fibra óptica; en estos casos se puede recurrir a sistemas en anillo o con doble fibra para conseguir una comunicación completa. Aunque en la actualidad ya existe la posibilidad de enviar y recibir señal a través de una sola fibra óptica pero en diferentes longitudes de onda.

- **Comunicación semidúplex o Half duplex:** Es un modo de transmisión en el que el envío de datos se realiza en **ambos sentidos, pero no simultáneamente**. Los equipos conectados son emisor y receptor, aunque en cada momento realizan una sola de estas funciones, alternando el sentido de la comunicación cada vez que sea necesario, ejemplo: la comunicación del cajero automático de un banco con su ordenador central o las emisiones de radioaficionados.

- **Comunicación dúplex o Full duplex:** Es el único modo de transmisión en que se puede emitir en **ambos sentidos simultáneamente**. Se puede conseguir esta simultaneidad empleando frecuencias separadas o cables separados. El emisor y receptor no están claramente definidos, ejemplo: dos teléfonos o dos ordenadores conectados con cable cruzado.



2.- Concepto de red

Una **red** es **un sistema de ordenadores, periféricos y el software de red, conectados entre sí, mediante dispositivos de conexión, con el fin de compartir recursos y ofrecer servicios**.

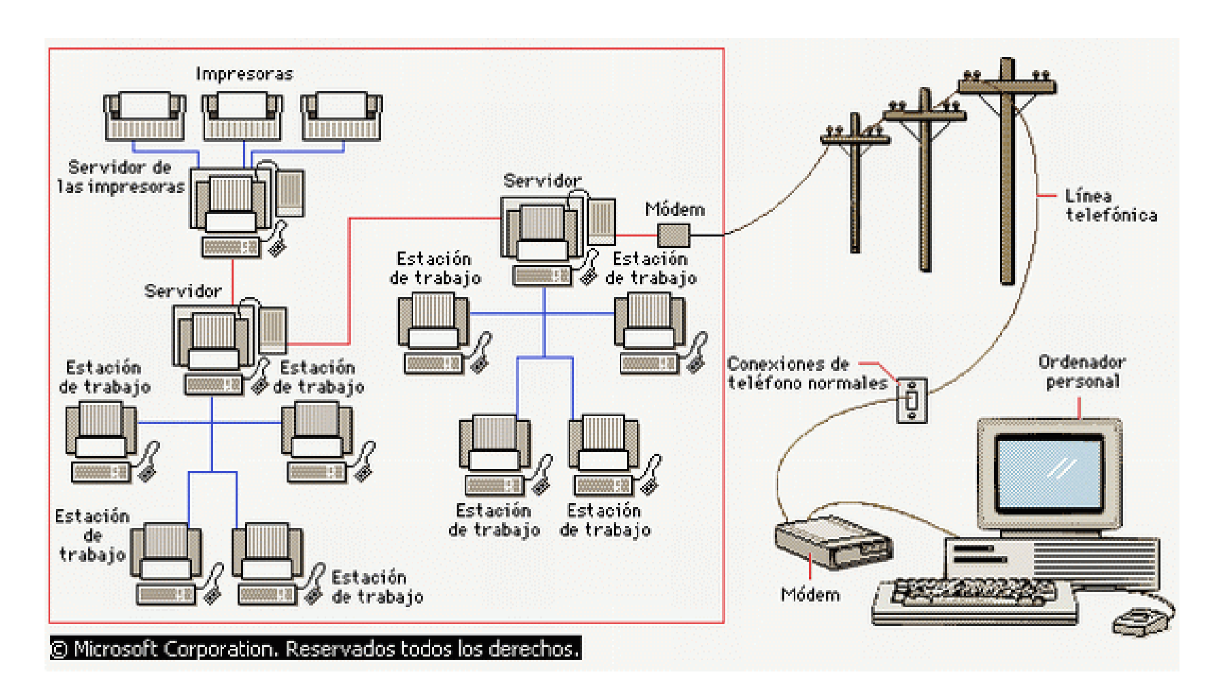
La red más simple posible la forman dos ordenadores conectados mediante un cable. A partir de aquí, la complejidad puede aumentar hasta conectar miles de ordenadores a lo largo del mundo (Internet). La complejidad de una red y su tamaño depende de las necesidades que ésta cubra, como las redes locales o las redes de área extensa.

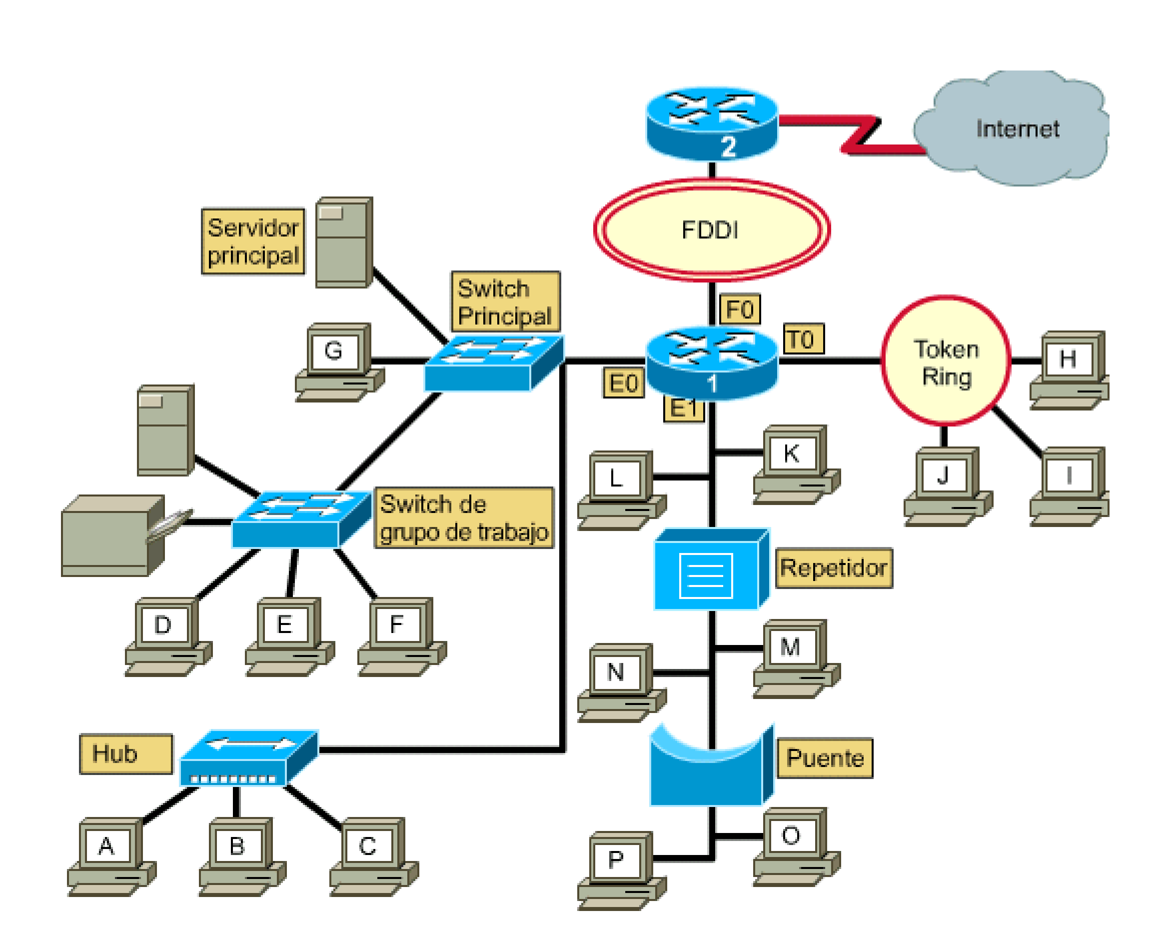
Por lo tanto, una red de datos es una infraestructura que permite el intercambio de información, el ejemplo más conocido lo tenemos en internet, formada por una inmensidad de ordenadores, cableados, dispositivos de conexión, etc. que nos comunica a todos y que nos permite compartir información.

Los **componentes básicos** de una red son:

- El **software de red,** que hoy en día forma parte del **sistema operativo** tanto en clientes como en servidores
- La **tarjeta** o **interfaz de red**, es el componente hardware que permite la comunicación del equipo
- Los **dispositivos de interconexión**: hubs, switchs, antenas…
- El **medio**, que pude ser básicamente cable o el aire en caso de redes inalámbricas
- Los **equipos** que transmiten y reciben la información

Gráficos de Redes:





Ventajas que ofrecen las redes

- **Compartir programas y archivos.** Los programas y sus archivos de datos se almacenan en el **servidor** de archivos, de forma que puedan acceder a ellos muchos usuarios de la red. Al comprar los programas, sólo necesita adquirir **licencias** para el número de usuarios (**clientes**) que van a utilizar la aplicación simultáneamente.

- **Compartir los recursos de la red.** Entre los recursos de la red se encuentran las impresoras, los dispositivos de almacenamiento, etc. Es fácil justificar el coste de la adquisición de impresoras de calidad o dispositivos de almacenamiento masivo cuando un gran número de usuarios puede acceder simultáneamente a ellos.

- **Compartir bases de datos.** Las redes son plataformas ideales para aplicaciones de bases de datos y para compartir la **información**. Cuando se implementan funciones de bloqueo de registros, varios usuarios pueden **acceder simultáneamente** a archivos de bases de datos. El bloqueo de registros asegura que los usuarios no podrán editar a la vez un mismo registro, o sobrescribir las modificaciones realizadas por otra persona.

- **Expansión económica de PCs.** Las redes ofrecen una forma económica de expandir el número de ordenadores en una organización. Se pueden conectar puestos de trabajo **de bajo coste** que accedan a recursos de servidores de altas prestaciones o compartan impresoras sofisticadas y otros periféricos.

- **Gestión centralizada.** Las redes pueden ayudar a consolidar la **administración** de las mismas. Lo que antes eran servidores departamentales pueden concentrarse en un **único lugar**, donde resulta mucho más fácil realizar las actualizaciones del hardware, las copias de seguridad del software y el mantenimiento y protección del sistema.

- **Seguridad.** Un sistema operativo de red tiene que implementar **mecanismos sofisticados de seguridad**, que comienzan por el procedimiento de conexión. Sólo las personas autorizadas con cuentas pueden acceder a los sistemas, y las cuentas pueden adaptarse de varias formas para restringir el acceso a un horario específico o sobre ciertos equipos.

- **Interconectividad.** Las redes modernas son vistas como plataformas a las que se puede conectar cualquier tipo de ordenador o dispositivo, **independientemente del sistema operativo**, y dar acceso al sistema a prácticamente cualquier usuario. La mayoría de los sistemas de red soportan protocolos estándar de interconexión de redes como **TCP/IP**, de modo que interconectan redes más allá de las redes departamentales individuales existentes. El soporte del protocolo TCP/IP implica que el sistema operativo puede interactuar con cualquier otro sistema operativo cliente o servidor, incluyendo sistemas UNIX, servidores y clientes Windows, etc.

- **Mejoras en la organización de la empresa.** Las redes pueden modificar la estructura de una organización y la forma de gestionarse. Los usuarios que trabajan en un departamento concreto no necesitan estar ahora en una misma localización física. Sus oficinas pueden estar situadas en otro lugar. La red los une al resto de compañeros de

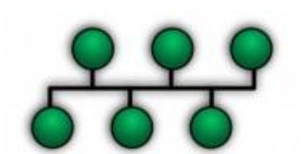
departamento. Esta forma de organización es de especial interés en **proyectos especiales**, en los que personas de distintos departamentos, como los de investigación, producción y comercialización, necesitan trabajar en estrecha colaboración.

3.- Topologías de red

Una **red de datos** está compuesta por **dispositivos** que están conectados entre sí mediante **líneas de comunicación** (cables de red, señales inalámbricas, etc.).

** La **configuración física**, es decir la **configuración espacial o disposición geométrica de las estaciones de trabajo, los cables y los dispositivos de conexión**, se denomina **topología física**. Los diferentes **tipos** de topología son:

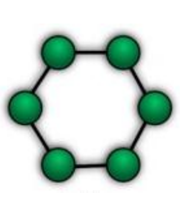
- **Topología de bus**, es la forma más simple en la que se puede organizar una red. Todos los equipos están conectados a la misma línea de transmisión mediante un cable, generalmente **coaxial**, está línea es llamada "**bus**".



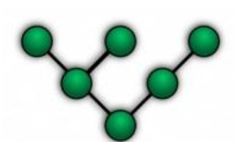
- **Topología de estrella**, hay un **nodo central** al que están conectados todos demás nodos.



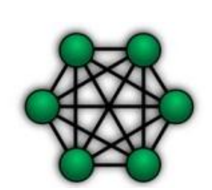
- **Topología en anillo**, los nodos de la red están conectados formando un **circuito cerrado**.



- **Topología de árbol**, es una red en la que los nodos están colocados en forma de **árbol**. Cada nodo tiene un padre.



- **Topología de malla**, cada uno de los nodos está conectado al resto de nodos. Un nodo puede tener muchos padres.



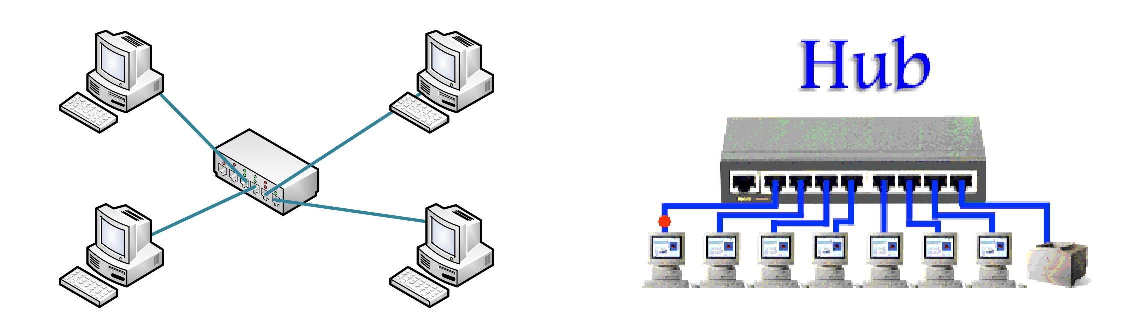
** La **topología lógica**, a diferencia de la topología física, es la **manera en que los datos viajan por las líneas de comunicación**, es decir, es la técnica que usan los dispositivos para comunicarse, cómo fluyen los datos por la red. Las topologías lógicas más comunes son:

- **Topología lógica en bus**, todos los dispositivos **envían los datos que quieren comunicar al bus común y todos los dispositivos reciben todos los datos** que se envían al bus común, el dispositivo desecha los datos que no están destinados a él.

- **Topología lógica de anillo**, **los datos se van transmitiendo desde un dispositivo a otro** hasta llegar al dispositivo de destino. Para **enviar** datos, los dispositivos deben aguardar hasta que se les **notifique que es su turno**.

- **Topología lógica en estrella**, todos los datos pasan por un **nodo central** que es el que gestiona la comunicación entre los diferentes dispositivos. El dispositivo que quiere comunicar **envía los datos al nodo central y éste los envía al dispositivo destino**.

Ejemplo de diferencia entre topología lógica y topología física: supongamos la siguiente red con un concentrador (**hub**) en el centro:



La **topología física** es sin duda en **estrella**, pero **lógicamente** este tipo de dispositivo central (hub) se limita a enviar por todos los cables la información que recibe por cualquiera de ellos, con lo cual a efectos de funcionamiento es como si tuviéramos un **único canal** donde todos los dispositivos envían y reciben todas las comunicaciones que se producen, y esto es lo que hemos definido como **topología lógica en bus**.

3.1. Topología en bus

Todas las estaciones están conectadas a un mismo cable, llamado **bus troncal**. Cada estación se conecta al bus mediante un cable corto o **latiguillo**. El cable, generalmente **coaxial**, recorre todas las estaciones que forman la red. En esta topología, todas las estaciones disponen al mismo tiempo de la información, recogiendo dicha información sólo la estación a la que va destinada, pero sólo un equipo puede transmitir en un momento dado.

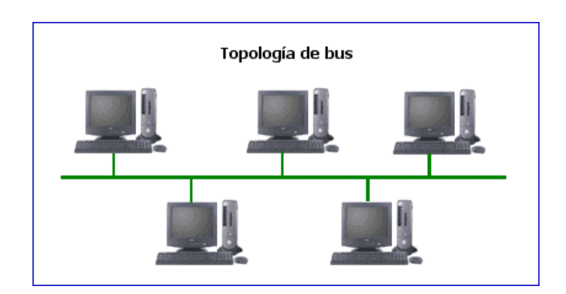
Ventajas:

- Es **fácil y barata** su instalación

- Si se quiere añadir una nueva estación, basta con unirla al bus

Inconvenientes:

- En caso de **fallo del medio de comunicación** (el cable que forma el bus y que une todas las estaciones), el **diagnóstico resulta muy difícil**, ya que todas las estaciones se desconectan al mismo tiempo.
- La longitud del bus y por tanto el número total de estaciones, está limitado por la **degradación** de la señal, ya que las estaciones no la regeneran.



3.2. Topología en estrella

Todas las estaciones están unidas a un **dispositivo central**, llamado **conmutador** o **switch**, que realiza funciones de conmutación (establecer una vía, un camino, de extremo a extremo entre dos puntos)

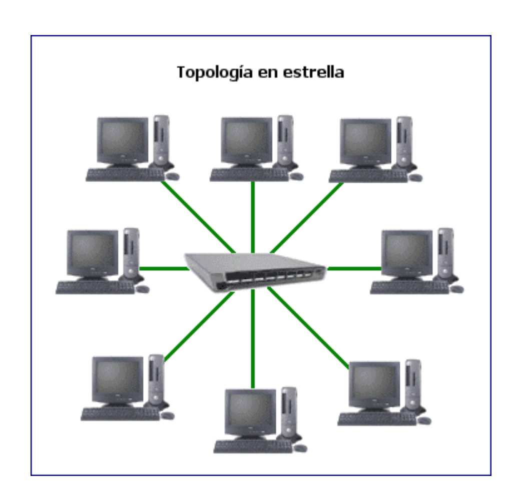
Ventajas:

- **Robusta** frente a **averías**, tanto de cables como de estaciones, ya que si se avería una estación, las demás pueden seguir funcionando normalmente, y una avería del cable no rompe todo el segmento de la red, sólo el que enlaza con una estación determinada
- **Fácil diagnóstico de problemas,** ya que cada estación de trabajo dispone de un enlace independiente, un segmento que le une con el nodo central. Si una estación deja de funcionar, enseguida se puede acotar el área donde puede estar el fallo
- Es muy **flexible**, ya que se puede disminuir o aumentar el número de estaciones con gran facilidad, porque las configuraciones se realizan desde el nodo central. El número máximo de estaciones está determinado por la capacidad del switch

Inconvenientes:

- Para conectar **cada estación** se necesita **gran cantidad de cable**
- **Si se avería** el **nodo central** todas las estaciones perderán la conexión
- En caso de utilizar un **hub**, si dos equipos transmiten a la vez, se produce una **colisión**, y las colisiones pueden reducir mucho el rendimiento de la red

Debido a sus ventajas, esta topología es la **elegida en el estándar oficial de cableado estructurado para redes de área local (LAN).**



3. 3. Topología en anillo.

En esta topología todas las estaciones están conectadas formando un anillo. **Cada estación está conectada con las dos estaciones adyacentes**.

El anillo suele ser **dual**, es decir, formado por dos cables, uno es el anillo **primario** que transmite habitualmente, y el **secundario** por si falla el primero.

Las señales viajan por el cable en la **misma dirección**, recorriendo todas las estaciones hasta su destino. Cada estación **regenera** la señal evitando así su degradación.

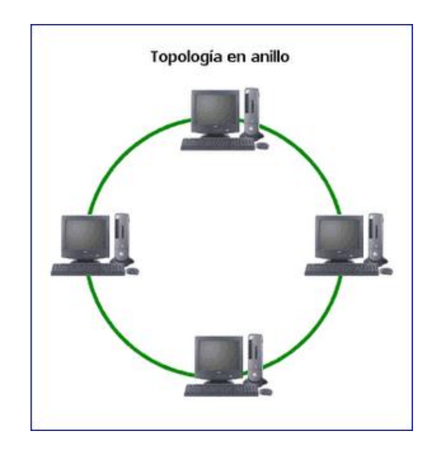
Ventajas:

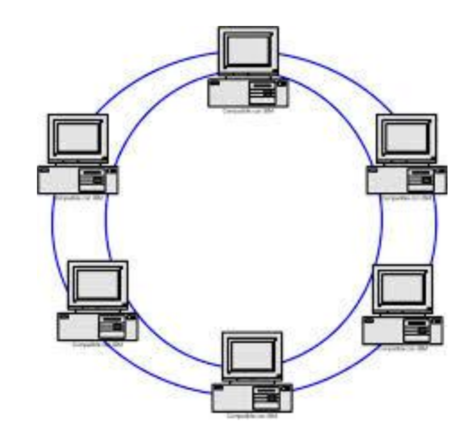
- Como los datos viajan de forma unidireccional, se puede implementar en **fibra óptica**

Inconvenientes:

- Al igual que en la de bus, si se presenta un **fallo en el medio de comunicación**, y el anillo es simple, se bloquea la red totalmente. Las **averías** en las **estaciones** se resuelven montando un sistema que permita **puentear** la estación averiada para poder cerrar el anillo, y permitir que la red siga funcionando
- Si se conectan al anillo **gran número de estaciones**, puede que el retardo del flujo sea excesivo para aplicaciones en tiempo real

Actualmente, esta topología es usada por proveedores de servicios en **redes MAN de fibra óptica** como Sonet/SDH.





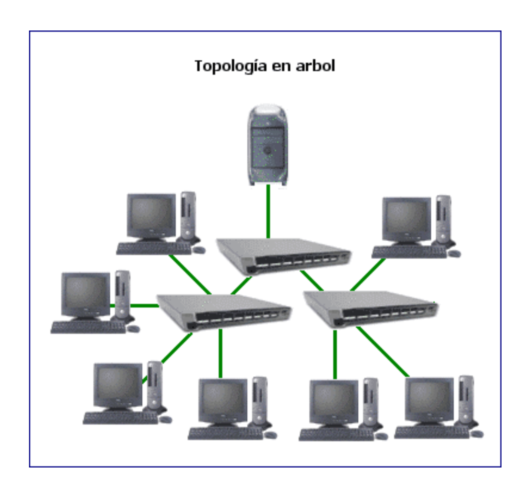
3.4. Topología jerárquica o en Árbol

Es una generalización de la topología en estrella, consiste en **añadir conmutadores o switchs secundarios al switch principal**. Esto permite en primer lugar aumentar considerablemente el número de estaciones, y a la vez establecer una jerarquía clasificando las estaciones en grupos según el conmutador al que están conectadas, permitiendo un **mayor control** y **facilitando** el **diagnostico de averías**. Su funcionamiento exige el establecimiento de **reglas para el control del tráfico**, para determinar si el tráfico puede subir o bajar.

Las **ventajas e inconvenientes** son similares que en la topología de estrella, pero con la posibilidad añadida de establecer **jerarquías** entre conmutadores. De este modo, los diseñadores de la red pueden priorizar ciertos equipos como los servidores, frente a estaciones de trabajo.

Se adapta **bien a redes conectadas a grandes distancias**. **No son muy frecuentes en redes de área local.**

Uno de los **inconvenientes** es que un fallo en uno de los nodos incomunica a cada una de las ramas que salen de este nodo.



3.5. Topología en malla

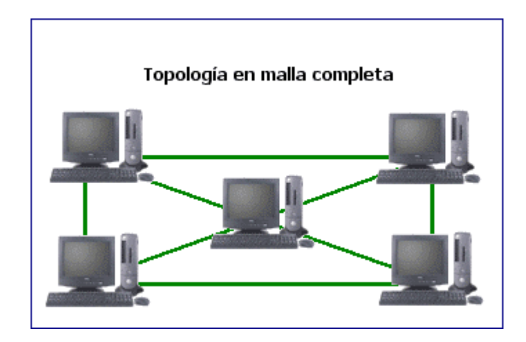
En ella **un nodo se conecta**, **mediante un enlace dedicado**, **con cierto número de nodos**, próximos o no. Cada dispositivo debe tener por lo menos, tantos puertos como el número de nodos con los que se conecta. Esta topología puede formar una **malla** completa o incompleta. La red será **completa**, si todas las estaciones están conectadas entre sí. Será **incompleta** si existen estaciones que no están conectadas con otras. En ambos casos siempre hay cierto grado de **redundancia**, es decir, se puede alcanzar cualquier nodo mediante caminos distintos.

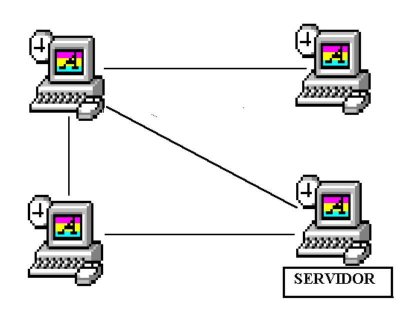
Ventajas:

- **Robusta frente a averías**, una avería del cable no desconecta toda la red. Además como las estaciones están conectadas unas con otras, si una falla no incide en las demás.
- Como los enlaces son dedicados, es decir, exclusivos entre cada par de nodos, se pueden conseguir **tasas de transferencia muy altas**.
- Con los enlaces dedicados la **seguridad aumenta**, ya que la información no se comparte.
- En caso de congestión de una parte de la red, se puede **dirigir el tráfico por otro camino**.

Inconvenientes:

- El **coste** de establecer esta topología, dependerá del número de conexiones a establecer y de la distancia, por lo general el coste **es elevado**.

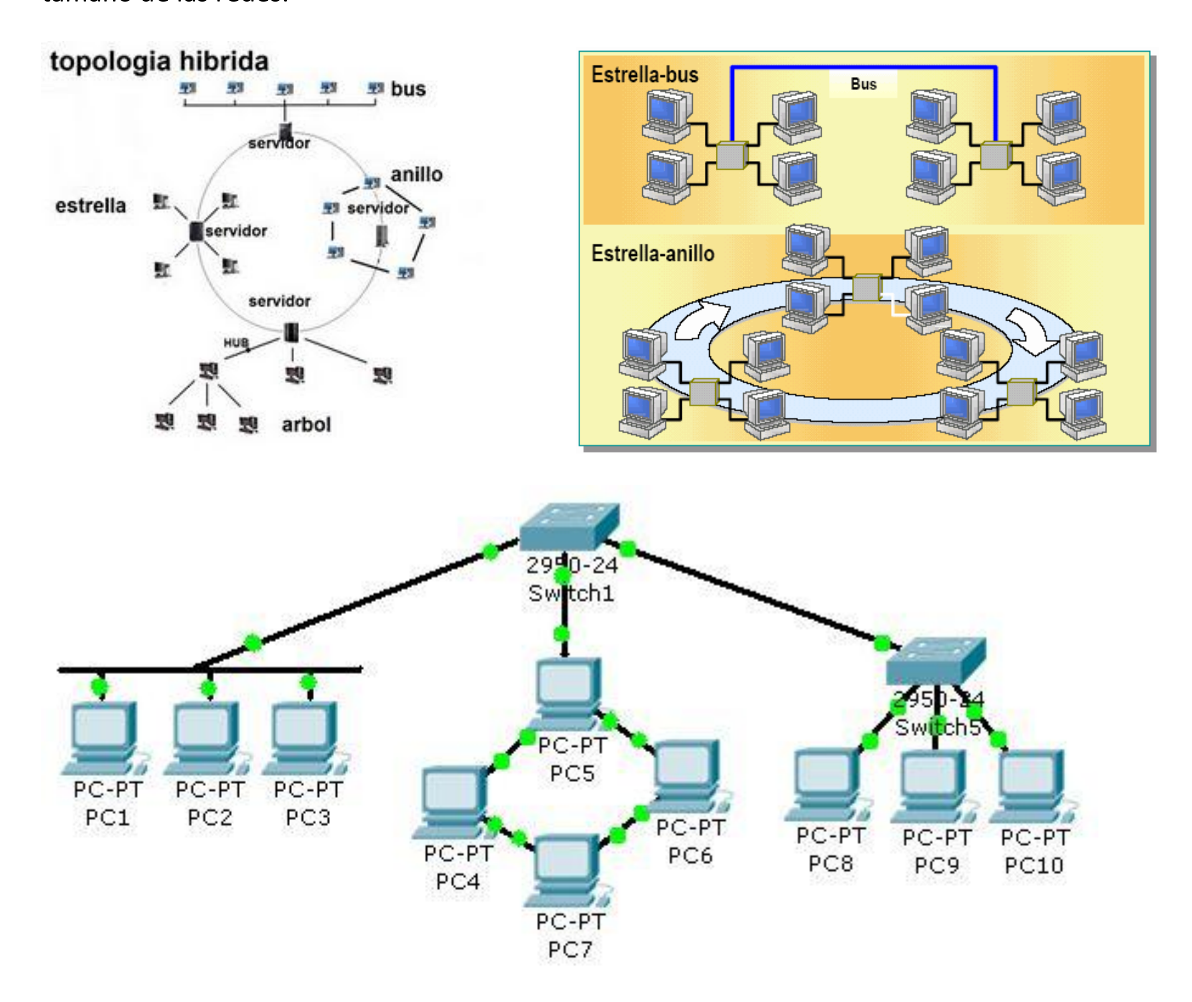




Malla incompleta

3.6. Topología Hibrida o Mixta

Interconexión de redes con **distintas topologías**, debido a la evolución y crecimiento del tamaño de las redes.



4.- Clasificación de redes

Existen **distintas clasificaciones**, atendiendo a diversos **criterios**:

4.1. Atendiendo al tamaño de la red o alcance, localización geográfica

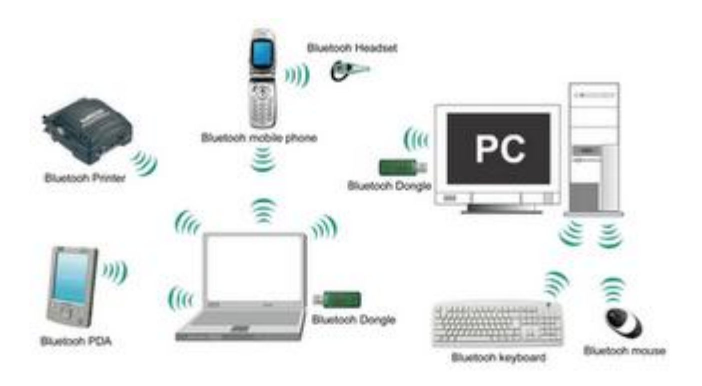
Redes de Área Personal (PAN – Personal Area Network)

Actualmente los ordenadores ya no están sólo en los escritorios, sino en las tablet, en los teléfonos móviles... Sin embargo estos dispositivos, pierden funcionalidad si permanecen aislados. Esta necesidad de conexión de estos dispositivos ha llevado a desarrollar una tecnología que recibe el nombre genérico de PAN (redes de área personal).

Una **PAN** es una **red privada de dispositivos**, organizada alrededor de una sola persona. Los dispositivos típicos son el portátil, el teléfono móvil, PDA, Tablet, impresora, scanner, cámara de fotos, GPS…

Las redes PAN se **caracterizan** por:

- **Configuración** de acceso a la red muy sencilla, e incluso automática.
- **Radio de acción** geográficamente limitado. Hasta **10m**.
- Medio de transmisión preferentemente **inalámbrico**. Aunque también **cables**, por ejemplo USB, mediante ondas, por ejemplo Bluetooth o infrarrojos. El estándar **IEEE 802.15** define las redes **WPAN** (Wireless Personal Area Network – Red Inalámbrica de Área Personal)
- Coste de instalación y explotación de la red pequeño.

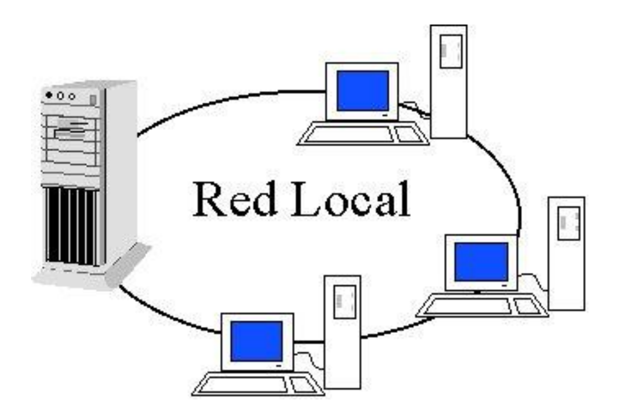


Redes de Área Local (LAN – Local Area Network)

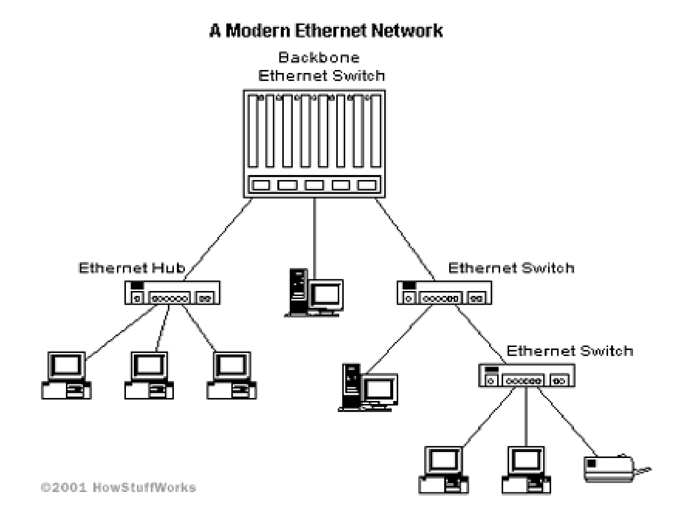
Son redes de **propiedad privada**, cuyo alcance se limita a un área relativamente pequeña, como una habitación, un edificio, un aula... **hasta** unos **pocos Km** de extensión.

Las redes LAN se **caracterizan** por:

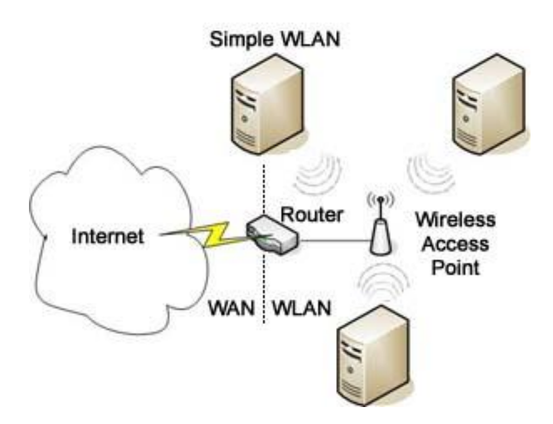
- Se utilizan normalmente para conectar equipos en oficinas de empresas con el objeto de **compartir recursos** (ficheros, impresoras, Bases de Datos, mensajería...)
- Las LAN actuales operan a una velocidad de **100/1000 Mbps** aunque pueden llegar a decenas de Gbps
- La **topología** puede ser: bus, anillo o estrella



El estándar **IEEE 802.3** define la red **LAN Ethernet** con topología en estrella/árbol



WLAN (**Wireless Loca Area Network - Red de Área Local Inalámbrica**): es una red LAN que emplea medios inalámbricos de comunicación. Es una configuración muy utilizada por su escalabilidad y porque no requiere instalación de cables.



Redes de Área Metropolitana (MAN – Metropolitan Area Network)

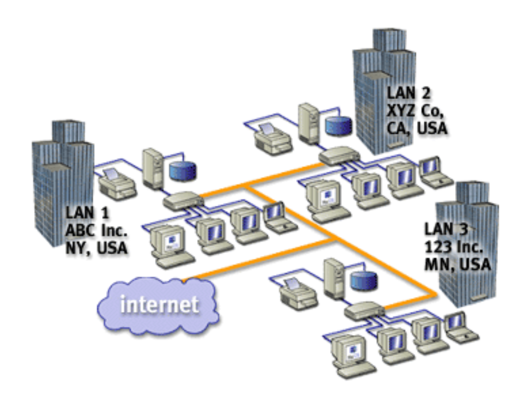
Son redes con una extensión mayor que una LAN, habitualmente ocupa el área geográfica de una **ciudad**.

Las redes MAN se **caracterizan** por:

- Las **tecnologías** más usadas se basan en los estándares Sonet/SDH y WDM sobre **fibra óptica**
- Puede ser de titularidad **privada** (una empresa con varios edificios en la ciudad conectados entre sí por su propia red) o puede ser un servicio proporcionado por un organismo **público**
- **Buen ancho de banda**, tasas de transferencia alta
- Permiten superar los **500 nodos** de acceso a la red
- La extensión de red, puede alcanzar un diámetro de **50Km**, dependiendo del tipo de

medio utilizado, así como de la tecnología

- Integran varios **servicios** como datos, voz y video sobre fibra óptica principalmente
- **Alta fiabilidad,** la tasa de errores de transmisión es muy baja puesto que la fibra óptica es inmune a interferencias y ruidos
- **Alta seguridad**, la fibra óptica ofrece un medio seguro ya que no es posible leer o cambiar la señal óptica sin interrumpir físicamente el enlace



Redes de Área Extensa (WAN – Wide Area Network)

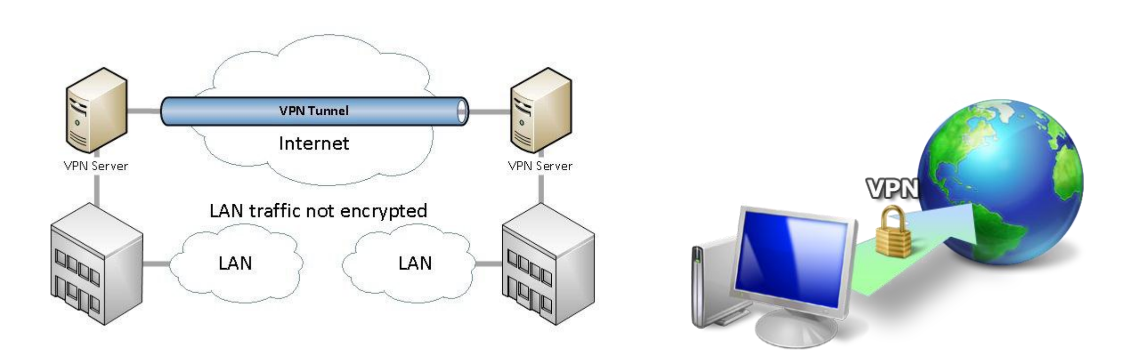
Se extiende sobre un área geográfica muy extensa: una **región, un país, mundial**.

Las redes WAN se **caracterizan** por:

- Emplean **medios de comunicación** poco habituales: satélites, cables interoceánicos o submarinos, fibra óptica…
- Están diseñadas para transportar datos, voz e imágenes a larga distancia
- Pueden utilizar dispositivos públicos o alquilados
- Las **tecnologías** más conocidas para construir WAN son xDSL, ATM, Frame Relay, UTM
- Normalmente usan enlaces **punto a punto** con paquete conmutado

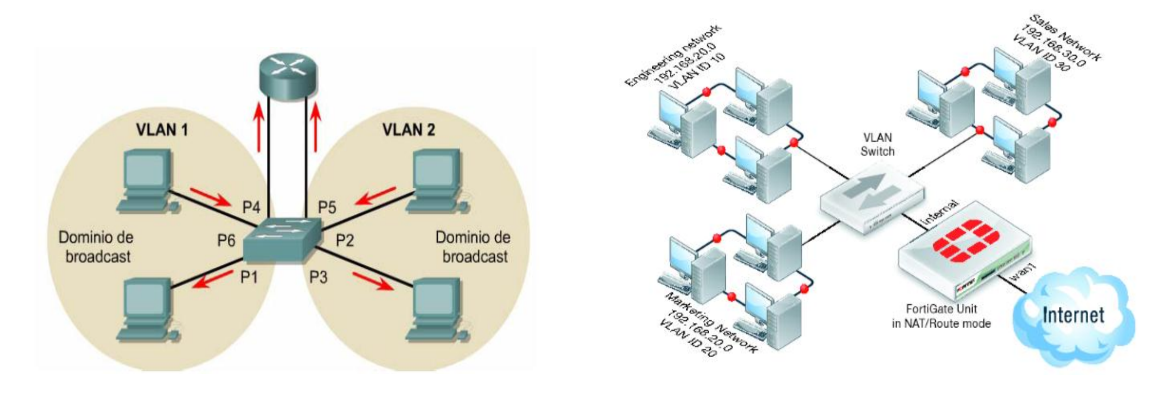


Antes, las multinacionales que necesitaban conectar sus sedes en diferentes países, recurrían a las redes WAN con las tecnologías anteriores, sobre líneas alquiladas a los proveedores de servicios. Actualmente, debido al aumento de las capacidades y prestaciones de Internet, están aumentando las redes **VPN** (**Redes Privadas Virtuales**). Consisten en un sistema de **cifrado** de información y **tunelizado** sobre la infraestructura de Internet.



ADELANTO: Es importante no confundir la tecnología VPN con la implementación VLAN (Tema 9) las dos incluyen el término virtual

VLAN *es un tipo de red **LAN lógica o virtual**, montada sobre una red física, con el fin de incrementar la seguridad y el rendimiento. En casos especiales, gracias al protocolo **802.11Q** (también llamado **QinQ**), es posible montar **redes virtuales sobre redes WAN**.*



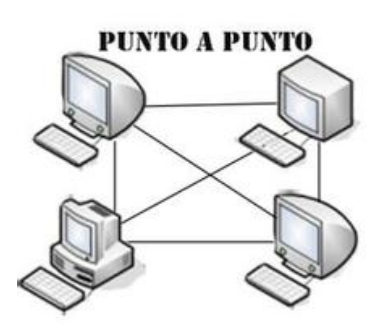
*Por tanto la **diferencia entre una VLAN y una VPN**, es que la **VLAN** es una virtualización de una red LAN (algunos switchs tienen la capacidad de aislar algunos puertos para que no se comuniquen con el resto y crear así una red virtual que no se comunicarían con el resto de bocas que conectarían con otra red), **pudiendo o no tener acceso a Internet**, ya que la finalidad de una LAN es sólo transferencia de archivos en un espacio geográfico pequeño; en cambio una **VPN** utiliza esa misma lógica, pero se le agrega la conectividad de ordenadores ubicados en diferentes lugares, transfiriendo archivos por medio de un túnel "colocado" **en Internet.***

4.2. Atendiendo a la tecnología de transmisión o comunicación

Es decir, según la **técnica** empleada para **transferir la información** desde el origen al destino

Redes Punto a Punto

Un equipo origen (**emisor**) selecciona un equipo con el que quiere conectarse (**receptor**) y la red es la encargada de habilitar una **vía de conexión** **entre los dos equipos**. Para enviar un mensaje de un nodo a otro, el mensaje puede atravesar uno o varios nodos antes de llegar al destino. Además, es posible que haya **varios caminos**, de diferentes longitudes, por ello, en las redes punto a punto, los **algoritmos de encaminamiento** juegan un papel fundamental.



Redes de difusión

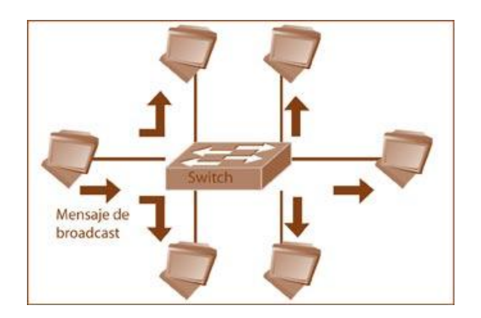
Estas redes se caracterizan por disponer de un **único canal de comunicaciones**, que es **compartido por todos los nodos**. Los mensajes son **enviados por un equipo y recibidos por todos** los equipos de la red. Un campo en el mensaje incluye la dirección del destinatario. Tras recibir un mensaje, si es para él, lo procesa, en caso contrario, simplemente lo descarta.

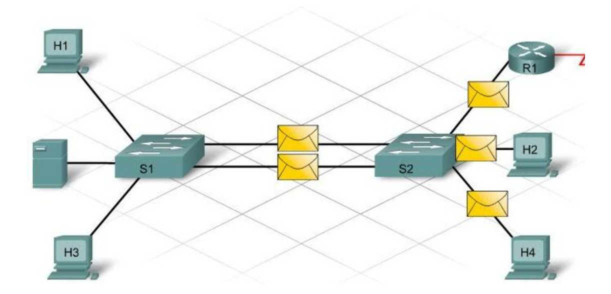
Ejemplo: Una red de varios **PCs conectados por un Hub o concentrador**

Podemos hacer una analogía con una clase. El profesor solicita que el alumno 'José García' resuelva la acción de levantarse e ir a la pizarra. Todos los alumnos oirán el mensaje, pero solo 'José García' realizará la acción de levantarse e ir a la pizarra.

Las redes de difusión suelen tener **mecanismos para difundir un mensaje** a **todos los equipos** que forman parte de ellas (anunciar a los alumnos que mañana no habrá clase). Este modo de operación recibe el nombre de difusión o ***broadcast***.

Además, algunas de estas redes tienen mecanismos para difundir **mensajes a grupos de equipos** (anunciar que la semana que viene habrá un examen de recuperación, para aquellos que han suspendido), este modo de operación recibe el nombre de ***multicast***.



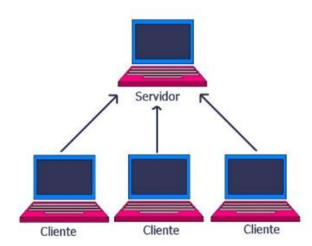


4.3. Atendiendo a la distribución lógica

Cliente – Servidor

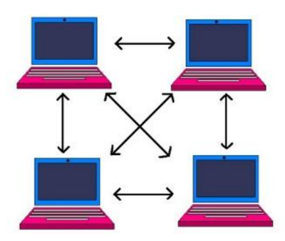
Es una red donde hay dos tipos de dispositivos: **Servidores**, que son los dispositivos en una red que **comparten recursos** y **Clientes** que son los dispositivos que **acceden a los recursos** compartidos.

Ejemplo: es la red típica en las empresas, donde hay uno o varios **servidores** que son los que alojan los datos, realizan las impresiones, etc. y, por otro lado, hay **puestos de trabajo** que son los ordenadores desde los que se solicitan datos, se envían a impresión trabajos, etc.



Igual a igual (peer to peer)

Es una red en la que **todos los equipos están al mismo nivel** y, pueden realizar tanto la función de servidor como de cliente. *Ejemplo*: es la típica red **doméstica** de 2 o 3 equipos, con sistema Windows, donde uno de ellos puede tener una impresora compartida, otro puede tener una carpeta compartida con datos, etc.



5. Componentes de una red

Para conseguir poner en funcionamiento una red se necesita de **hardware** y de **software**

** En cuanto a los **componentes software** de una red cabe destacar:

- Los programas **controladores** tanto de **tarjetas** de comunicaciones como de los **equipos** periféricos
- Los **sistemas operativos de red** (**NOS**) que la gestionan como un conjunto
- Los **navegadores**
- Los **recursos compartidos software**, es decir, el conjunto de aplicaciones y ficheros a disposición de los diferentes usuarios

** Entre los **componentes hardware** de una red están:

- Las **estaciones de trabajo**, es decir, cada uno de los **ordenadores** conectados a los servidores
- Los **servidores**, que serán aquellos equipos que ofrecen servicios a los demás equipos conectados a la red
- Los **cables de conexión** entre los diferentes equipos de la red, como servidores y estaciones de trabajo. También se pueden conectar por medios **inalámbricos**
- Los **recursos compartidos hardware**, éstos serán los periféricos interconectados en red a disposición de los usuarios: impresoras, unidades de almacenamiento, plotters o trazadores gráficos, etc
- **Dispositivos** que permiten las conexiones, que pueden ser **alámbricos** o **inalámbricos**

5.1. Componentes alámbricos

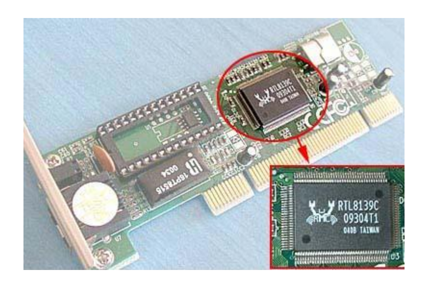
Tarjeta de red

Es el componente hardware que **permite la comunicación** entre PC para poder compartir recursos entre dos o más dispositivos. En la actualidad suele venir integrado en la **placa**.

A las tarjetas de red también se les llama **adaptador de red o NIC** (Network Interface Card, Tarjeta de interfaz de red).

Hay diversos **tipos** de adaptadores en función del tipo de **cableado** o **arquitectura** que se utilice en la red (coaxial, par trenzado, inalámbrico, etc.). Actualmente el más común es del tipo **Ethernet** utilizando una interfaz o conector **RJ-45** y **WI-FI** (vemos más adelante).





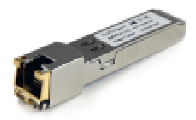
Características a tener en cuenta a la hora de elegir una tarjeta de red:

- **Velocidad** de conexión. (10/100/1000) Megabits por segundo
- Wake-On-LAN (**WOL**). Permite encender el ordenador a través de la tarjeta de red
- Normas compatibles. (Novell NE, Ethernet, IEEE 802.x…)
- Controladores de LAN (Sistemas operativos en que funciona)

Transceptor

En algunos casos, el tipo de conector de la NIC no concuerda con el tipo de medios con los que debe conectarse. El transceptor **convierte un tipo de señal o conector en otro** (Ej.: para convertir señales eléctricas en señales ópticas).

Se considera un dispositivo de **Capa 1** (modelo OSI), dado que sólo analiza los bits y ninguna otra información acerca de la dirección o de protocolos de niveles más altos.



Repetidor

Es un dispositivo sencillo que **regenera una señal** que pasa a través de la red, de tal modo que se puede **extender la distancia de transmisión de dicha señal**. Cuanto más lejos viajan los datos en una red, más débil se hace la señal que lleva ese paquete de datos. Los repetidores repiten (regeneran) paquetes de datos, y de este modo, ni el número de paquetes que pasan a través de dichos repetidores, ni la distancia que viajan tienen efecto alguno en la calidad de la señal.

Los repetidores **se utilizan también para conectar dos LANs del mismo tipo de red** (por ejemplo Ethernet a Ethernet) y trabajan en la **capa 1** del modelo OSI.



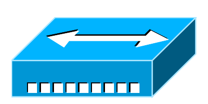
Hub o concentrador

En la actualidad **ya no se fabrican**, han sido sustituidos por los switchs.



Los hubs en realidad son **repetidores multipuerto**. En muchos casos, la diferencia entre los dos dispositivos radica en el número de puertos que cada uno posee. Mientras que un repetidor convencional tiene sólo dos puertos, un hub por lo general tiene de **cuatro a veinticuatro puertos.**

Un hub envía por todos los puertos toda la información!!!!!



Icono de CISCO para hub (CISCO es la compañía que sirve de referencia para todo lo relacionado con redes. Sus iconos se suelen usar para la representación de esquemas de redes)

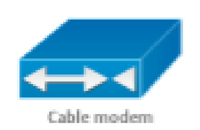
Módem

Este dispositivo **cambia la señal de analógica a digital y viceversa**.

Un módem convierte las señales digitales producidas por una PC en frecuencias de voz que se pueden transmitir a través de las líneas analógicas de la red de telefonía pública. En el otro extremo de la conexión, otro módem vuelve a convertir los sonidos en una señal digital.

Actualmente vienen **integrados en Router-ADSL** que facilita el proveedor de servicios de internet (ISP)





icono de cisco

Puente o Bridge

A veces, es necesario dividir una LAN grande en segmentos más pequeños que sean más fáciles de manejar. Esto disminuye la cantidad de tráfico en una sola LAN y puede extender el área geográfica más allá de lo que una sola LAN puede admitir.

Los dispositivos que se usan para **conectar segmentos de redes** son los puentes, switchs y routers.

La función del **puente o bridge** es **tomar decisiones inteligentes con respecto a pasar señales o no al segmento siguiente de la red. Conecta dos segmentos de red.**







icono de cisco

Switch o conmutador

Un switch se describe a veces como un **puente multipuerto**. Conecta **varios segmentos de red**

Mientras que un puente típico sólo tiene dos puertos que enlacen dos segmentos de red, el switch puede tener **varios puertos**, según la cantidad de segmentos de red que sea necesario conectar.

Al igual que el puente, opera, en general en capa 2, y **aprenden determinada información** sobre los paquetes de datos que se reciben de los distintos computadores de la red. Esa información la utilizan para crear **tablas de envío** para determinar el destino de los datos que se están mandando de un computador a otro de la red.

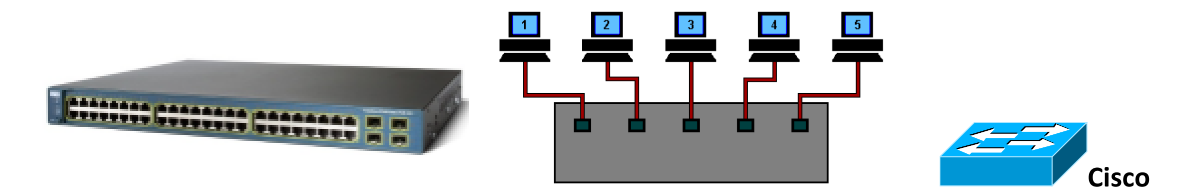
Un switch recibe una trama y **regenera cada bit de la trama en el puerto de destino adecuado**, es decir, **sólo retransmiten la trama por el puerto donde se encuentra el equipo destinatario del mensaje!!!!**

Este dispositivo se utiliza para segmentar una red en múltiples dominios de colisiones. A diferencia del hub, un switch **reduce las colisiones en una LAN**. **Cada puerto del switch crea un dominio de colisiones individual** (sitio donde los paquetes enviados por los nodos pueden colisionar). Esto crea una **topología lógica punto a punto** en el dispositivo de **cada puerto**.

Además, un switch proporciona **ancho de banda dedicado en cada puerto**, es decir los 100/1000 Mbps (según el switch) y no generan tráfico innecesario, por lo tanto **aumentan** considerablemente el **rendimiento** de la red.

El switch de una LAN también puede utilizarse para **interconectar segmentos de red de diferentes velocidades.**

Es importante saber que un switch **no proporciona conectividad con otras redes** (ni locales ni internet) para ello es necesario un router.



Routers o encaminadores

El **enrutador**, **direccionador**, **router** o **encaminador** sirve para **interconexionar redes de ordenadores**, que opera en la capa tres (**nivel de red**). Permite asegurar el **enrutamiento de paquetes entre redes distintas,** o lo que es lo mismo, determinar **la mejor ruta** que debe tomar el paquete de datos.

Un router es similar a una **computadora** (tienen muchos de los mismos componentes de hardware y software que se encuentran en otras computadoras, entre ellos: CPU, RAM, ROM, Sistema operativo) de hecho podemos poner una computadora para que haga las funciones de router.

Cada interfaz en un router (≡ **puerto**) se debe configurar con una **dirección IP y una máscara de red diferente**.



Cisco

*NOTA: Éste es el concepto teórico, este término se suele utilizar también para hacer referencia al dispositivo que se suele instalar en el hogar para tener línea **DSL**, PERO el **router-ADSL** que oímos nombrar habitualmente realmente es un **dispositivo multifunción** (es módem, router, switch y punto de acceso)*

5.2. Componentes inalámbricos

Antena

Es un dispositivo diseñado con el objetivo de **emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre**. Una **antena transmisora** transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una **receptora** realiza la función inversa.

Existe una gran **diversidad** de antenas, dependiendo del **uso** a que van a ser destinadas. En unos casos deben expandir en lo posible la potencia radiada, es decir, no deben ser **directivas** (ejemplo: una emisora de radio comercial o una estación base de teléfonos móviles), otras veces deben serlo para canalizar la potencia en una dirección y no interferir a otros servicios (antenas entre estaciones de radioenlaces). También es una antena la que está integrada en la computadora portátil para conectarse a las redes Wi-Fi.

Las antenas de redes inalámbricas se pueden dividir en **tres tipos**:

- **Antenas direccionales** (o **directivas**): Orientan la señal en **una dirección** muy determinada con **un haz estrecho pero de largo alcance**. Una antena direccional actúa de forma parecida a un foco que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance).
  Las antenas Direccionales "envían" la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se "escucha" nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores.



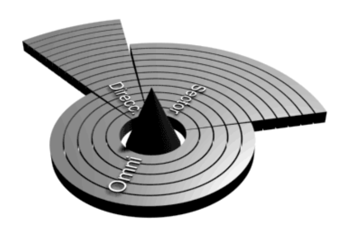
- **Antenas omnidireccionales**: Orientan **la señal en todas direcciones** con un **haz amplio pero de corto alcance**. Si una antena direccional sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones pero con una intensidad menor que la de un foco, es decir, con menor alcance.
  Las antenas Omnidireccionales "envían" la información teóricamente a los **360 grados** por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

- **Antenas sectoriales**: Son la **mezcla** de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial sería como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal.



Para tener una **cobertura de 360º** (como una antena omnidireccional) y un **largo alcance** (como una antena direccional) deberemos instalar: o tres antenas sectoriales de 120º ó 4 antenas sectoriales de 80º. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

Graficamente se prodrían representar:



Apertura vertical y apertura horizontal

La apertura es cuanto se "**abre**" el haz de la antena. El haz emitido o recibido por una antena tiene una abertura determinada **verticalmente** y otra apertura determinada **horizontalmente**.

- En lo que respecta a la **apertura horizontal**, una antena **omnidireccional** trabajará horizontalmente en todas direcciones, es decir, su apertura será de 360º. Una antena **direccional** oscilará entre los 4º y los 40º y una antena **sectorial** oscilará entre los 90º y los 180º
- La **apertura vertical** debe ser tenida en cuenta si existe mucho **desnivel** entre los puntos a unir inalámbricamente. Si el desnivel es importante, la antena deberá tener mucha apertura vertical.

Las antenas **direccionales** se suelen utilizar para unir dos puntos a largas distancias, mientras que las antenas **omnidireccionales** se suelen utilizar para dar señal extensa en los alrededores. Las antenas **sectoriales** se suelen utilizan cuando se necesita un balance de las dos cosas, es decir, llegar a largas distancias y a la vez, a un área extensa.

Ejemplos: Si queremos dar cobertura de red inalámbrica en **toda un área próxima** (una planta de un edificio o un parque por ejemplo) lo más probable es que utilice una antena **omnidireccional**. Si tiene que dar cobertura de red inalámbrica en **un punto muy concreto** (por ejemplo un PC que está **bastante lejos**) utilizará una antena **direccional**, finalmente, si necesita dar **cobertura amplia y a la vez a larga distancia**, utilizará antenas **sectoriales**.

Tarjeta de red inalámbrica

Como un NIC Ethernet, el **NIC inalámbrico**, **antena WI-FI**, utiliza la técnica de modulación para la que está configurado y codifica los datos dentro de la señal radio frecuencia (RF). Los NIC inalámbricos se asocian más frecuentemente a **dispositivos móviles:** portátiles, teléfonos móviles...

Los fabricantes incorporan el NIC inalámbrico dentro del portátil. A diferencia de las interfaces Ethernet 802.3 incorporadas en las PC, el NIC inalámbrico **no es visible**, ya que no es necesario conectar un cable a éste.



Punto de acceso inalámbrico

Un punto de acceso **conecta los clientes inalámbricos a la LAN cableada**.

Los dispositivos de los clientes, por lo general, no se comunican directamente entre ellos, se comunican con el **AP**. En esencia, un punto de acceso convierte los paquetes de datos TCP/IP desde su formato de encapsulación en el aire 802.11 al formato de trama de Ethernet 802.3 en la red Ethernet conectada por cable.

Un punto de acceso es un dispositivo de **Capa 2** que **funciona como un Hub** Ethernet 802.3. La RF es un medio compartido y los puntos de acceso **escuchan todo el tráfico** de radio (frecuencia). Al igual que con el Ethernet 802.3, los **dispositivos** que intentan utilizar el **medio compiten** por él. A diferencia de los NIC Ethernet, sin embargo, es costoso realizar NIC inalámbricos que puedan transmitir y recibir información al mismo tiempo, de modo que los dispositivos de radio **no detectan colisiones**.



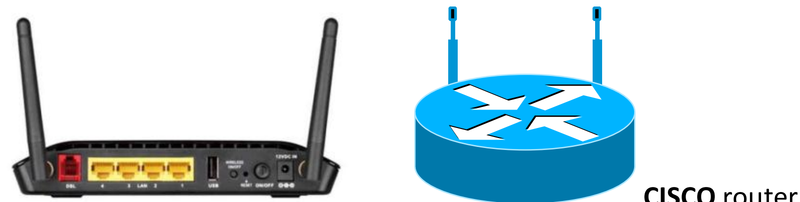
Routers inalámbricos

Los **routers inalámbricos** (**router multifunción**, router-DSL) son en realidad un **modem + un punto de acceso + un router + un switch** integrados en una **caja**. Componentes:

- Primero está el **punto de acceso inalámbrico**, cumple las funciones típicas de un AP
- Un **switch** integrado de cuatro puertos full-duplex, 10/100 proporcionan la conectividad a los dispositivos conectados por cable
- Cumple la función de **router,** provee un **gateway** para conectar a otras infraestructuras de red
- Y por último, en el caso de **router DSL** incorporan además un **modem DSL**

Este tipo de router se utiliza más frecuentemente como dispositivo de acceso inalámbrico en residencias o negocios pequeños. La carga esperada en el dispositivo es lo suficientemente pequeña como para administrar la provisión de WLAN, 802.3 Ethernet, y conectar a un ISP.

También son muy comercializados los **router-multifunción sin modem** (**punto de acceso + router + switch**) porque son muy versátiles para **adaptar pequeñas redes** (pueden ser usados como repetidores wi-fi, como routers que comunican diferentes redes inalámbricas o alámbricas, como swtich, etc)


CISCO router inalámbrico (sin modem)

Otros dispositivos usados en redes inalámbricas

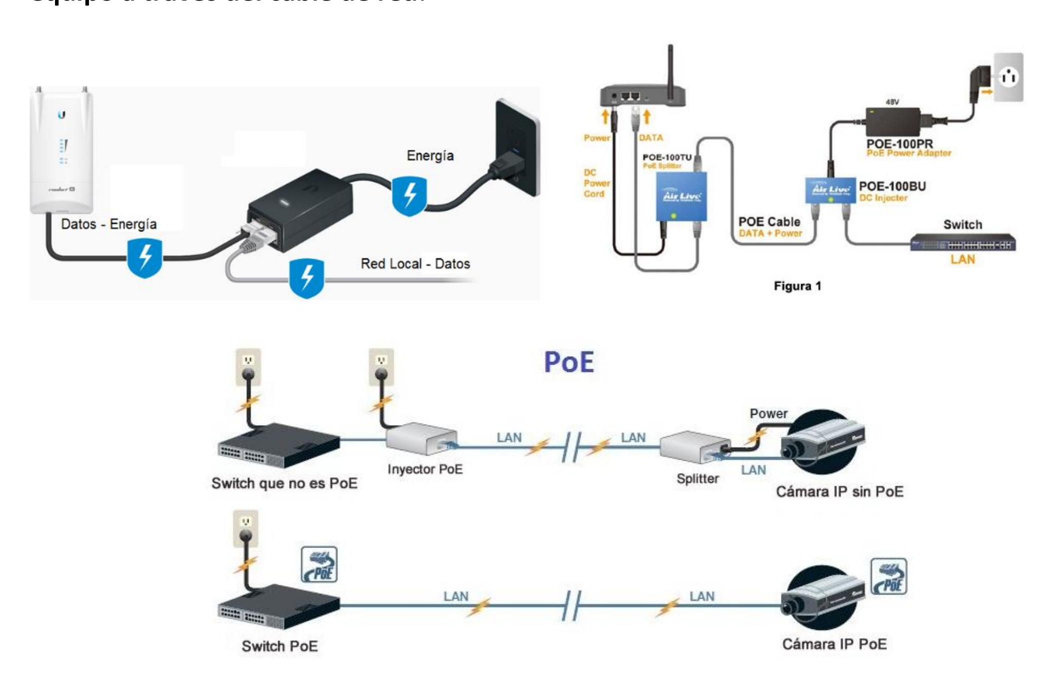
Repetidores: Repiten la señal inalámbrica y aumentan la distancia de difusión de una señal WLAN.



Analizadores de espectro: Analiza el espectro de **2.4GHz** para determinar la **configuración óptima** de un equipo Wireless (dispositivo inalámbrico: móvil, GPS,…)



Power Over Ethernet (PoE): Esta tecnología te permite llevar la **corriente eléctrica hasta un equipo a través del cable de red**.



ADELANTO: Dominio de Colisión Vs Dominio de Difusión

*** __DOMINIO DE COLISIÓN__: lugar donde pueden colisionar los paquetes que envían los nodos. Lo forman el conjunto de equipos conectados mediante hubs, puntos de acceso (también comparten el mismo medio) o cables directos, puesto que todos los equipos comparten el medio, que actúa como bus lógico.*

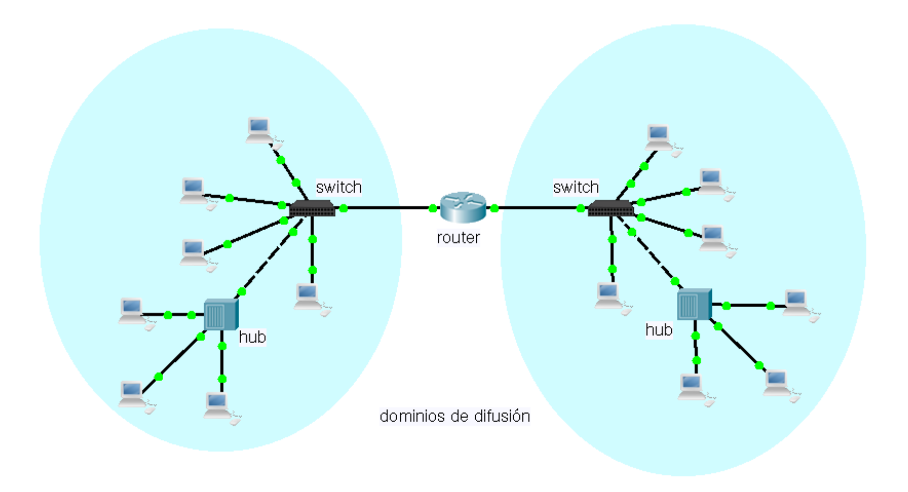
- *Un **hub** y todos los equipos conectados a él forman un **único dominio de colisión**, ya que todo lo que envía un nodo le llega a todos los nodos (topología lógica en bus) => Comparten el mismo medio de transmisión*
- *Un **switch** y también un **puente**, permite dividir la red en **segmentos** (**segmentación de la red**: aísla el tráfico entre los distintos segmentos de la red. La segmentación se puede llevar a cabo utilizando puentes, switches o routers). Cada segmento es un dominio de colisión.*

Cada puerto de un switch, y de un puente, forma un dominio de Colisión, ya que la información destinada a un nodo, sólo se va a enviar por el puerto en el que se encuentra dicho nodo. Tanto si está conectado el nodo directamente, como si es un segmento (parte de la red) en la que se encuentra dicho nodo destino, evitará que la red se congestione por las colisiones cuando hay mucho tráfico.

Es importante saber que un switch no proporciona conectividad con otras redes (ni locales ni internet) para ello es necesario un router.

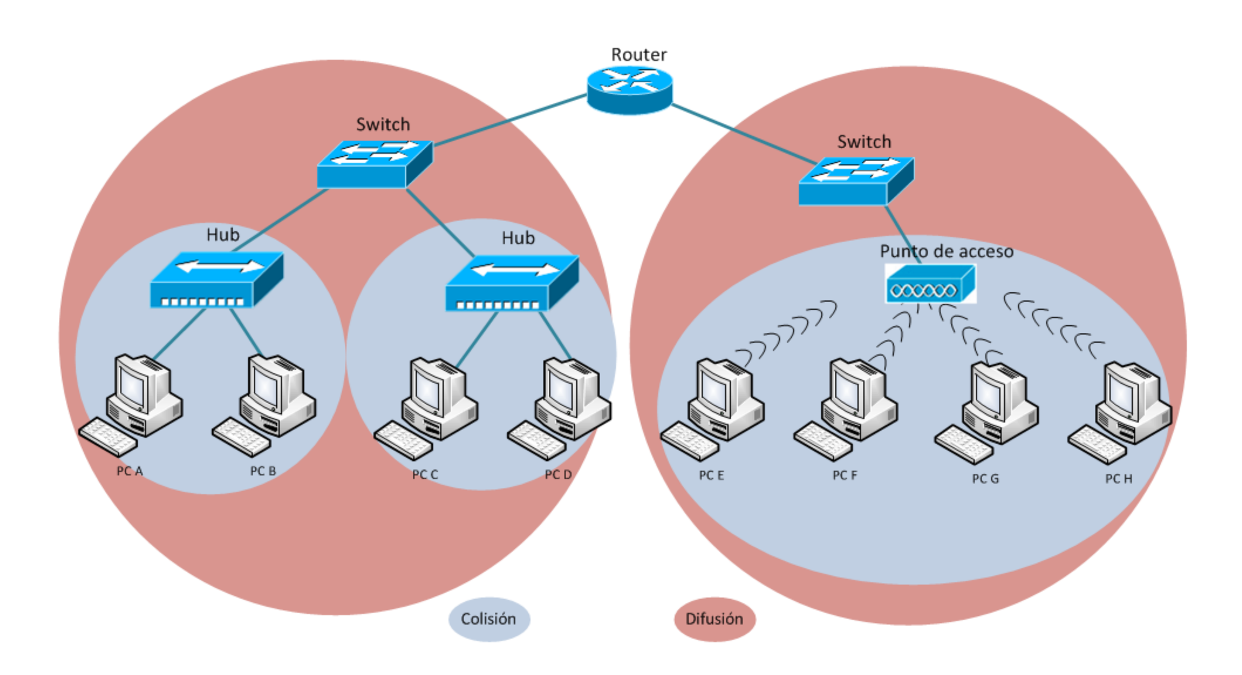
*** __DOMINIO DE DIFUSIÓN__: lugar de la red que comparte la __**misma IP de red**__, es decir tendremos tantos dominios de difusión como redes distintas.*

- *El **router** es el único dispositivo capaz de separar dominios de difusión. Si en una red introducimos un router, por lo menos tendremos la capacidad de crear dos dominios de difusión diferentes, ya que un router como mínimo debe tener la capacidad de trabajar con dos direcciones de red diferentes.*
  Cada puerto de un router crea un dominio de difusión, por tanto los router segmentan dominios de difusión.
- *Sin embargo, existen switchs que trabajan en el nivel 3, son switchs con características de routers, enrutan los paquetes a las direcciones IP de los usuarios. Los **switchs de nivel 3** (los veremos) permiten la unión de segmentos de diferentes dominios de difusión. Son particularmente recomendados para la segmentación de LANs muy grandes, donde la simple utilización de switch de capa 2 provocaría una pérdida de eficiencia de la LAN ya que las difusiones serían muy grandes.*



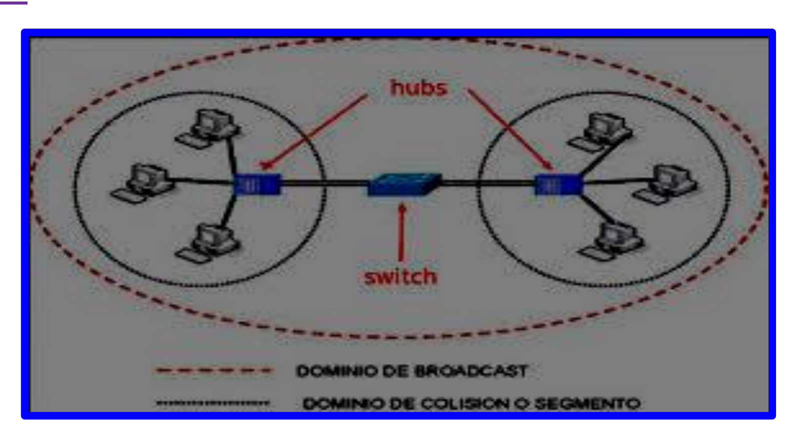
*Un dominio de difusión típico es el que tenemos en nuestro hogar, está separado del resto de internet por el **router-DSL** que tenemos instalado, así el tráfico entre equipos de nuestro hogar nunca sale al exterior. El tráfico irá al exterior cuando, por ejemplo, visitemos una página web. Y por tanto tendremos dos redes, la domestica e internet.*

- ✓ ***Un dominio de colisión está dentro de un dominio de difusión***
- ✓ ***Dentro de un dominio de difusión puede haber uno más dominios de colisión***

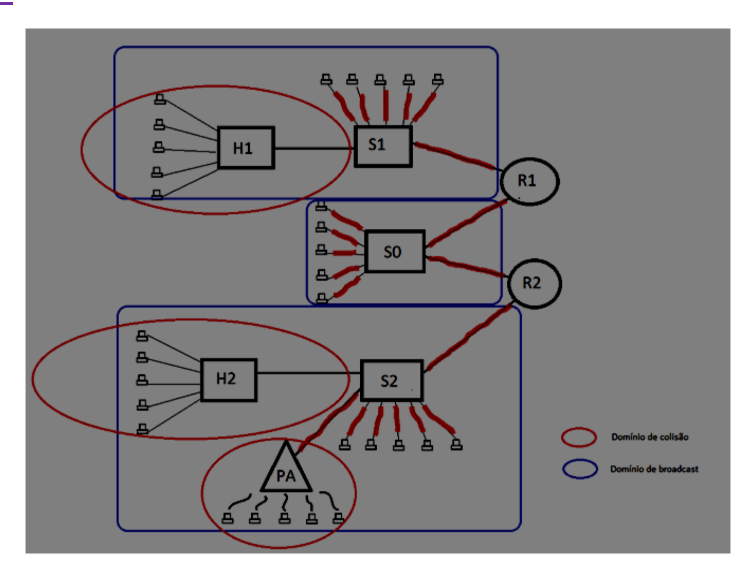


EJEMPLOS

Ejemplo1:



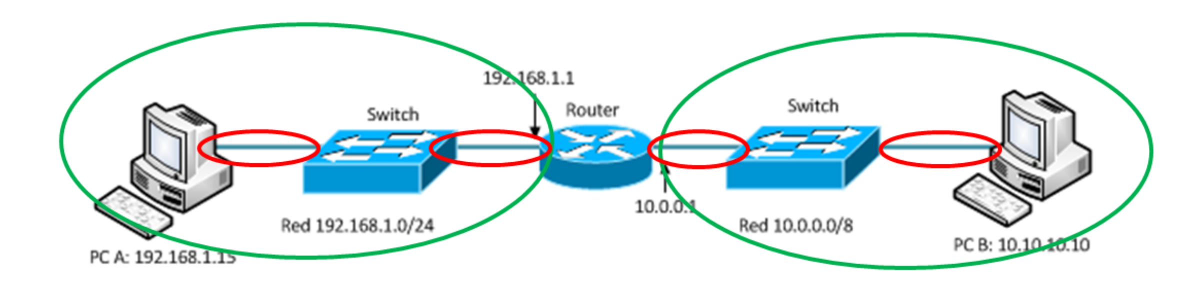
Ejemplo2:



Ejemplo3: *Cinco equipos conectados en un **bus Ethernet**, o con un **hub**, constituyen un único segmento de red porque el bus constituye un dominio de colisión.*

*Cinco equipos conectados con un **switch** constituyen 5 dominios de colisión.*

Ejemplo4:



- ✓ *Hay 4 dominios de colisión, si contamos también los puertos del switch que van al router*
- ✓ *2 dominios de difusión*

6. Sistemas de numeración. Conversiones entre sistemas

A través de la historia han existido distintos sistemas de numeración. El sistema más conocido en nuestra sociedad es el **sistema decimal**.

La competencia al sistema decimal es el **sistema binario** porque es el que utilizan los ordenadores.

Se entiende por **sistema de numeración** el conjunto de **signos** (símbolos) y de **reglas** que nos permiten expresar, verbal y gráficamente **cantidades numéricas**.

La representación de un número es única en cada sistema.

Un sistema de numeración tiene una **base** que es el **número de signos distintos** que se emplean en el sistema. *Ejemplo:* el sistema de numeración decimal, (base 10) utiliza diez dígitos: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9; el binario (base 2) utiliza 2 dígitos: 0 1…

La **base** de un sistema de numeración se denomina **alfabeto**, y las **reglas** que posibilitan la representación de números a partir de éste configuran el **código**.

Los sistemas de numeración se pueden **dividir** en:

- **Sistemas posicionales**: el **valor** de cada dígito o cifra **depende de la posición** dentro de la secuencia. *Ejemplo*: 123-> el 2 vale 20; 2456-> el 2 vale 2000

- **Sistemas no posicionales**: los dígitos tienen el valor del símbolo utilizado, que **no depende de la posición** (columna) que ocupan en el número. *Ejemplo*: los números romanos. El inconveniente de estos sistemas es que no permiten escribir números grandes mediante una cantidad relativamente pequeña de símbolos y además resulta difícil efectuar operaciones con ellos.

6.1. Sistema decimal

Es el sistema de numeración, **posicional**, que se utiliza **habitualmente**. Se compone de **10** símbolos o dígitos (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) a los que otorga un valor dependiendo de la posición que ocupen en la cifra: unidades, decenas, centenas, millares, etc.

También se le llama en **base 10**, ya que utiliza 10 símbolos.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ejemplo: $294_{(10)}$

6.2. Sistema binario

Es un sistema de numeración **posicional**, usado en la **computación**, utiliza **2** símbolos diferentes:

0	**1**

También se le llama en **base 2**. El **interés** del sistema binario reside en:

- La mayor parte de los computadores existentes representan la información y la procesan mediante elementos y circuitos electrónicos de dos estados (encendido 1, apagado 0). Estos estados suelen equivalen a dos voltajes diferentes.
- Es uno de los sistemas de numeración de más alto rendimiento.
- Son sencillas las reglas aritméticas en este sistema.
- Seguridad y rapidez de respuesta de los elementos físicos de dos estados.

Los diez primeros números binarios se escriben:

Decimal:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Binario:	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001

Ejemplo: $1001_{(2)}$ No hay ningún digito mayor que 1

6.3. Sistema octal

Es un sistema de numeración **posicional** que utiliza **8** símbolos diferentes:

0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

La **base es la 8**

Ejemplo: $537_{(8)}$ No hay ningún digito mayor que 7

Los diez primeros números octales se escriben:

Decimal:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Octal:	0	1	2	3	4	5	6	7	10	11

**** Equivalencia entre octales y binarios** (1 octal equivale a 3 bits –> 2^3=8):

Binario:	000	001	010	011	100	101	110	111
Octal:	0	1	2	3	4	5	6	7

6.4. Sistema hexadecimal

Es un sistema de numeración posicional que utiliza **16** símbolos diferentes:


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

En **base 16**. Nuestro interés en este sistema está basado en dos **características**:

- Su **fácil traducción al binario**, por ser 16 igual a 2^4 con lo que trabajaremos con grupos de cuatro bits (bits es un dígito binario, que puede ser como hemos visto 1 o 0)
- Expresa **grandes cifras con pocos símbolos** (por ejemplo FFDDFF = 16768511)

Los 20 primeros números hexadecimales se escriben:

Decimal:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Hexadecimal:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13

** **Equivalencia entre hexadecimales y binarios** (1 hexadecimal equivale a 4 bits -> 2^4=16):

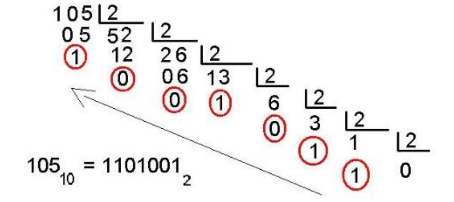
Binario:	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
Hexadecimal:	0	1	2	3	4	5	6	7
Binario:	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
Hexadecimal:	8	9	A	B	C	D	E	F

6.5. Conversión del sistema Decimal a cualquiera otro

Para pasar un número decimal a cualquier otro sistema (otra base) **se divide entre dicha base** hasta que el **cociente sea 0**. Después se escriben los **restos en orden inverso** a como se han obtenido.

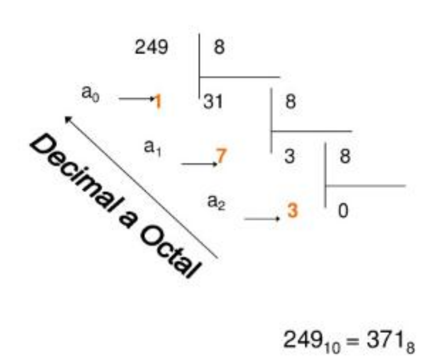
Pasar de Decimal a Binario

Se **divide por dos**. *Ejemplo*: $105_{(10)}$ -> **$?_{(2)}$**



Pasar de Decimal a Octal

Se **divide por ocho**. *Ejemplo*: $249_{(10)}$ -> **?**$_{(8)}$



Pasar de Decimal a Hexadecimal

Se divide por 16. *Ejemplo*: 4787 $_{(10)}$ -> **?**$_{(16)}$

4787 | 16
158 299 | 16
147 139 18 | 16
03 11 2 1 | 16
B 1 0

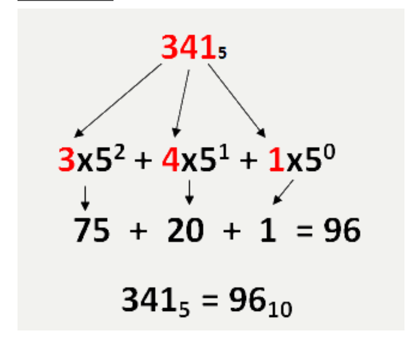
4787 $_{(10)}$ -> 12B3$_{(16)}$

Ejercicio Alumnos para clase: Convierte **92** a **Binario**, **Octal** y **Hexadecimal** y comprueba si lo has entendido

6.6. Conversión de un sistema cualquiera al Decimal

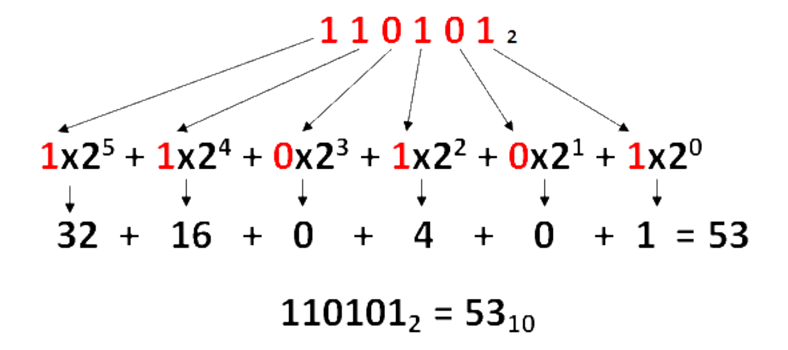
Para pasar un número de una base cualquiera a la decimal, se recurre a la **forma polinómica**. Cada **posición** tiene un **valor** equivalente a la **base elevado a un exponente** que empieza en 0 e irá incrementándose (0, 1, 2...) de derecha a izquierda. Por lo tanto consiste en **ir sumando los productos de las cifras por su correspondiente potencia.**

Ejemplo: Pasar el número **341** de base 5 al sistema decimal



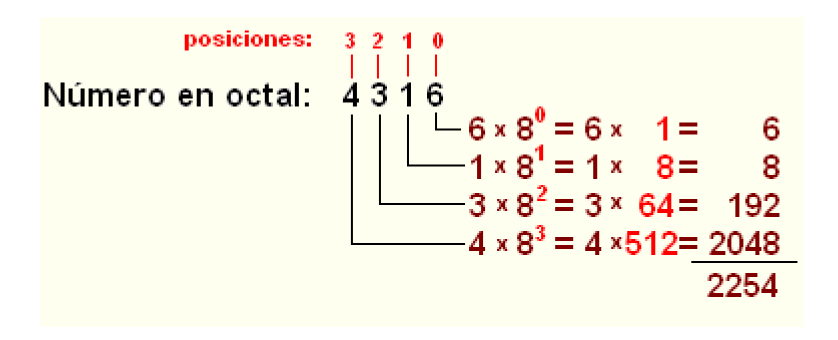
Pasar de Binario a Decimal

Se usan **potencias de 2**. *Ejemplo*: $110101_{(2)}$ -> $?_{(10)}$



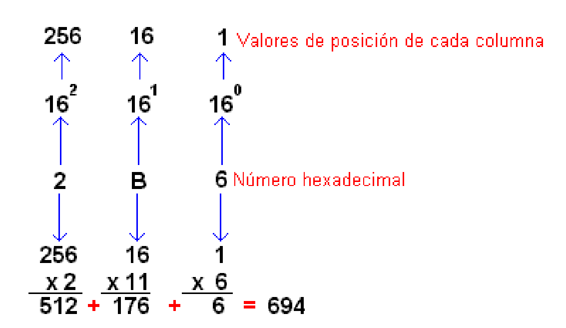
Pasar de Octal a Decimal

Se usan potencias de 8. *Ejemplo*: 4316 $_{(8)}$ -> $?_{(10)}$



Pasar de Hexadecimal a Decimal

Se usan potencias de 16. *Ejemplo*: 2B6 $_{(16)}$ -> $?_{(10)}$



Ejercicio Alumnos para clase: Convierte a Decimal los siguientes números y comprueba si lo has entendido

a) $11000011_{(2)}$ -> $?_{(10)}$

b) $303_{(8)}$ -> $?_{(10)}$

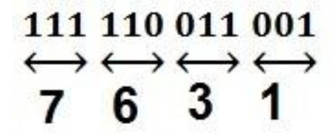
c) $C3_{(16)}$ -> $?_{(10)}$

6.7. Conversión entre Binario, Octal y Hexadecimal

Pasar de Binario a Octal

Se divide el número binario en **grupos de tres bits** binarios, comenzando por la derecha y rellenando con ceros por la izquierda, si fuera preciso. A continuación se convierte cada grupo en su número **octal equivalente**. Tabla anterior.

Ejemplo: Convertir el número binario 111110011001(2) a octal



Pasar de Octal a Binario

Es el proceso contrario, se **expande cada dígito octal individual en su equivalente binario**. Tabla anterior.

Ejemplo: Convertir el número Octal $536_{(8)}$ en binario

5 ↔ 101   3 ↔ 011   6 ↔ 110

Pasar de Binario a Hexadecimal

Se divide el número binario en **grupos de cuatro bits binarios**, comenzando por la derecha y rellenando con ceros por la izquierda, si fuera preciso. A continuación se convierte cada grupo en su número hexadecimal equivalente. Tabla anterior.

Ejemplo: Convertir el número binario $1111110101110011_{(2)}$ a hexadecimal

1111 ↔ F   1101 ↔ D   0111 ↔ 7   0011 ↔ 3

Pasar de Hexadecimal a Binario

Es el proceso contrario, se **expande cada dígito hexadecimal individual en su equivalente binario**. Tabla anterior.

Ejemplo: Convertir el número Hexadecimal $9DBA5_{(16)}$ en binario

9 ↔ 1001   D ↔ 1101   B ↔ 1011   A ↔ 1010   5 ↔ 0101

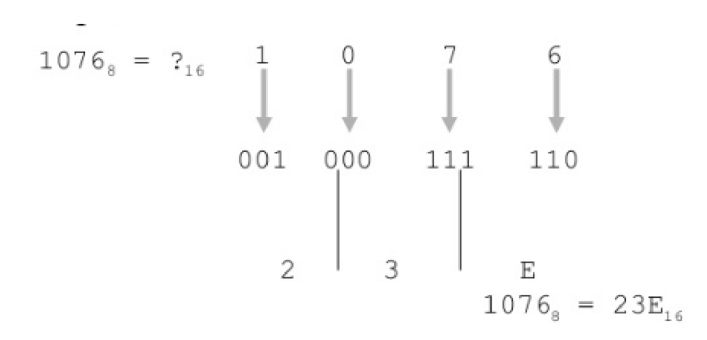
Pasar de Octal a Hexadecimal y Hexadecimal a Octal

Lo mejor es pasar entre medias por el **binario**. Es decir:

- **Octal** -> **Binario** -> **Hexadecimal**
- **Hexadecimal** -> **Binario** -> **Octal**

Las técnicas son las vistas anteriormente.

Ejemplo: Convertir el número Octal $1076_{(8)}$ en hexadecimal



Ejemplo: Convertir el número Hexadecimal $1F0C_{(16)}$ en octal

$1F0C_{16} = ?_{8}$

1 F 0 C

0001 1111 0000 1100

1 7 4 1 4

$1F0C_{16} = 17414_{8}$

Ejercicio Alumnos para clase: Convierte los siguientes números y comprueba si lo has entendido

a) $11010100_{(2)}$ -> $?_{(8)}$

b) $324_{(8)}$ -> $?_{(2)}$

c) $11010100_{(2)}$ -> $?_{(16)}$

d) $D4_{(16)}$ -> $?_{(2)}$

e) $324_{(8)}$ -> $?_{(16)}$

f) $D4_{(16)}$ -> $?_{(8)}$

6.8. Equivalencias entre sistemas de numeración

En la siguiente tabla se puede apreciar la equivalencia entre los primeros valores de los diferentes sistemas de numeración:

DECIMAL	BINARIO	OCTAL	HEXADECIMAL
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F